

Leopold HUDEČEK¹, Jan KRAMNÝ², Eva OŽANOVÁ³

VLIV KONSTRUKCE KOLEJE NA DETEKCI PLOCHÝCH KOL

INFLUENCE OF THE TRACK CONSTRUCTION ON THE FLAT WHEEL DETECTION

Abstrakt

Článek se zabývá vlivem provozního stavu kola a typu poježděné kolejnice na vibrace v přímém okolí tramvajové trati. Celé měření vycházelo z předpokladu, vyšších hodnot hluku a vibrací při průjezdu tramvajového vozidla s tzv. „plochým kolem“ a možném rozdílu v hodnotách vertikálních vibrací u jednotlivých typů poježděných kolejnic.

Klíčová slova

Tramvajová doprava, hluk a vibrace, ploché kolo, detekce plochých kol, typy kolejnic

Abstract

The article deals with the influence of the wheel technical state and type of the rail on the vibrations in the immediate vicinity of tram tracks. The entire measurement was based on the assumption of higher values of noise and vibration during the pass of the tram car with a "flat wheel" and possible difference in the values of vertical vibration on the track sections with different types of the rails.

Keywords

Tram traffic, noise and vibration, flat wheel, flat wheel detection, types of rails.

1 ÚVOD

Tento článek se zabývá výskytem tzv. plochých kol u tramvajových vozidel, vlivem typu poježděné kolejnice na úroveň zrychlení vertikálních vibrací a způsobem detekce plochých kol. Tzv. ploché kolo vzniká při zablokování kol tramvajové soupravy při prudkém brzdění a současném dopředném pohybu soupravy. Tím dochází ke „sklouznutí“ soupravy po koleji a vlivem tření ke zbroušení profilu kola a vzniku plošky. Takto vzniklá asymetrie ve tvaru kola je zdrojem velké úrovně zrychlení vertikálních vibrací a samozřejmě i hluku. Tyto vibrace výrazně ovlivňují tramvajový svršek a přímé okolí tramvajové trati. Vlivem působení nadměrných vibrací z provozu vozidla s plochým kolem dochází k rychlejší degradaci provozního stavu tramvajového svršku a tím i k nárůstu nákladů na jeho údržbu. Rovněž není možné opomenout šíření těchto vibrací a vliv na okolní zástavbu a její obyvatele.

V případě překročení hygienických limitů je možné a potřebné tlumit vibrace instalací pružných materiálů do konstrukce tramvajového svršku. Tato opatření jsou sice velice efektivní,

¹ Ing. Leopold Hudeček, Ph.D., Katedra dopravního stavitelství, Fakulta stavební, VŠB-Technická univerzita Ostrava, Ludvíka Poděštil 1875/17, 708 33 Ostrava - Poruba, tel.: (+420) 597 321 310, e-mail: leopold.hudecek@vsb.cz.

² Ing. Jan Kramný, Katedra dopravního stavitelství, Fakulta stavební, VŠB-Technická univerzita Ostrava, Ludvíka Poděštil 1875/17, 708 33 Ostrava - Poruba, tel.: (+420) 597 321 981, e-mail: jan.kramny@vsb.cz.

³ Ing. Eva Ožanová, Katedra dopravního stavitelství, Fakulta stavební, VŠB-Technická univerzita Ostrava, Ludvíka Poděštil 1875/17, 708 33 Ostrava - Poruba, tel.: (+420) 597 321 310, e-mail: eva.ozanova@vsb.cz.

nicméně náklady na jejich instalaci omezují jejich širší a plošné použití v celé síti tramvajových tratí. Při nedostatečné údržbě tramvajových vozidel a specificky kontrole okrouhlosti kol, klesá i efektivita tlumicích materiálů. Je třeba si uvědomit, že tramvaj s plochým kolem generuje nadměrné vibrace a hluk v celé délce trasy, na které se pohybuje. Vzhledem k finanční náročnosti stavebních opatření se jako vhodné jeví zavedení důsledné detekce vozů s plochým kolem a jejich bezodkladné odeslání k přebroušení.

Detekce i následné broušení už v podmínkách Dopravního podniku Ostrava, a.s. (DPO, a.s.) funguje řadu let, ovšem v omezené formě. Detektor je osazen pouze v jedné ze dvou vozoven na koleji s kolejnicemi S 49. Samotný detektor snímá zrychlení vertikálních vibrací a pomocí speciálního převodního vztahu zaznamenává bezrozměrnou veličinu vyjadřující míru asymetrie každého kola a přiřazuje je typu a číslu vozu (obr.1). Při překročení limitní hodnoty je vůz odeslán na přebroušení (v současné době je nastavena hodnota 10).

Identifikace vozidla: 01132

Datum: 24.7.2011.

Čas: 16:41:59

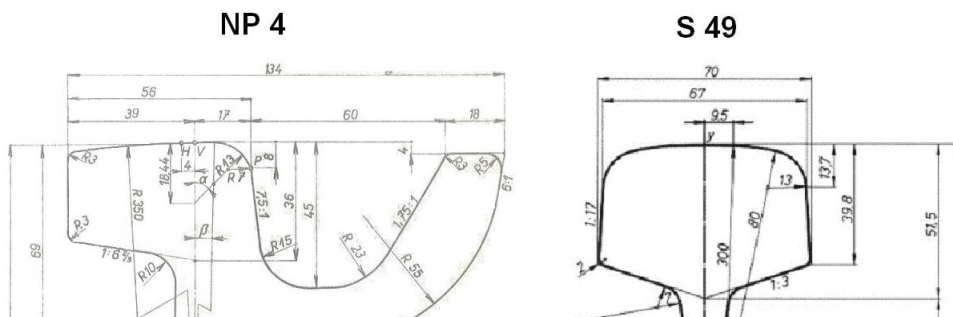
Průměrná rychlost= 34.9 km/hod

Levá strana	13.48	9.51	9.40	6.50	6.04	11.57	7.85	17.53
-------------	-------	------	------	------	------	-------	------	-------

Pravá strana	6.44	6.46	5.57	4.61	4.39	8.05	9.07	5.91
--------------	------	------	------	------	------	------	------	------

Obr. 1: Záznam průjezdu vozu č. 01132 detektorem plochých kol instalovaným ve vozovně DPO, a.s. Jednotlivé údaje vyjadřují míru asymetrie jednotlivých kol.

Vstupním předpokladem tohoto experimentu byl rozdíl v geometrii hlavy kolejnic typu S 49 a NP 4 (obr. 2) a z toho vyplývající možnost rozdílné polohy případné plošky na pojížděné ploše kola. Jinými slovy možnost, že ploška vytvořená na kolejnici typu NP 4 by nemusela být zachycena detektorem instalovaným na koleji s kolejnicemi S 49 a případně naopak. Vzhledem k 60% zastoupení kolejnic typu NP 4 v síti tramvajových tratí DPO, a.s. by potvrzení tohoto předpokladu vedlo k jednoznačnému doporučení instalace detektoru plochých kol i na kolej s kolejnicemi typu NP 4 a výraznému snížení množství vibrací v celé délce tramvajových tratí v síti DPO, a.s.



Obr. 2: Průřez hlavou kolejnice typu NP 4 a S 49.

2 MĚŘENÍ

Samotné měření bylo realizováno 26. 7. 2011 ve spolupráci s kolegy z Katedry částí a mechanismů strojů, Fakulty strojní, VŠB – TU Ostrava. Byly vybrány dva testovací úseky v areálu Vozovny Poruba DPO, a.s. Oba se srovnatelnými podmínkami pro šíření vibrací. Jeden s otevřeným svrškem a kolejnicí typu S 49, druhý se svrškem zakrytým středně znečištěnou šterkdrť a kolejnicí typu NP 4 (obr.3).



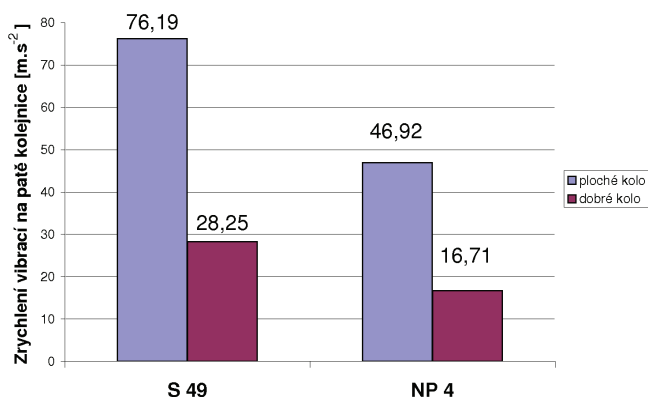
Obr. 3: Situace umístění měřicích úseků. Šipkou je vyznačen směr jízdy referenčního vozidla.

Při tomto měření byl jako referenční vozidlo zvolen jeden vůz typu T6 ev. č. 1129 beze známek poškození poježděného povrchu kol a druhý vůz T6 ev. č. 1132 s výraznou ploškou na zadním podvozku. Vůz 1132 byl vytipován techniky DPO, a.s. na základě hodnot z detektoru pl. kol. Bylo měřeno 5 průjezdů každého vozu na obou testovacích úsecích.

Pro snímání hodnot vertikálních vibrací na patě kolejnice byl použit snímač vibrací Wilcoxon research, který byl zašroubován do ocelového držáku upevněného svrškou na patu kolejnice.

3 VÝSLEDKY MĚŘENÍ

Po odečtení hodnot efektivních hodnot zrychlení vertikálních vibrací paty kolejnice $a_{eq,2s}$ a vyjádření střední hodnoty, je jasně patrný pokles v případě vozu s dobrým provozním stavem kol. Rovněž stojí za pozornost porovnání jednotlivých úseků mezi sebou. Je vidět značný pokles hodnot zrychlení vertikálních vibrací na patě kolejnice na testovacím úseku vybaveném kolejnicemi typu NP 4 a to bez ohledu na použitý vůz.



Obr. 4: Střední efektivní hodnoty zrychlení vertikálních vibrací paty kolejnice u dobrého a špatného provozního stavu kol s přihlédnutím k typu poježděné kolejnice

Procentuální pokles je přehledně uveden v tabulce Tab. 1. Zde je rovněž uveden procentuální rozdíl hodnot zrychlení vertikálních vibrací při použití referenčního vozidla a vozidla s plochým kolem.

Tab. 1: Srovnání efektivních hodnot vertikálních vibrací dle typu kolejnice a provozního stavu kol.

Stav kola	Typ kolejnice		Poměr S 49/NP 4
	S 49	NP 4	
Ploché kolo [m.s ⁻²]	76,19	46,92	61,58%
Dobré kolo [m.s ⁻²]	28,25	16,71	59,15%
Poměr ploché kolo/ dobré kolo	37,08%	35,61%	

Z těchto hodnot jasně vyplývá, že procentuální poměr zůstal zachován jak při porovnání vozu s plochým a dobrým kolem (pokles na cca 36% původní hodnoty), tak při porovnání hodnot měřených na různých typech kolejnic (pokles na cca 60 % u NP 4 oproti S 49).

4 ZÁVĚR

Z naměřených hodnot vyplývá, že procentuální poměr mezi hodnotami měřenými při průjezdu vozu s plochým kolem a vozu referenčního zůstal na obou typech kolejnic proporcionálně zachován přibližně na hodnotě 60 %, viz Tab. 1. Při vlastním porovnání naměřených hodnot vychází lépe testovací úsek s kolejnicemi typu NP 4. Tento jev je dán konstrukcí koleje se žlábkovými kolejnicemi NP 4, kdy hodnoty vibrací ovlivňuje jak tvar kolejnice, tak tlumení vibrací ke kterému dochází zasypáním stojiny kolejnice šterkem (v případě měřicího úseku).

Při porovnání efektivních hodnot zrychlení vertikálních vibrací na patě kolejnice u vozu s plochým kolem a vozu referenčního získáme přibližně stejný procentuální poměr hodnot na kolejnici typu S 49, tak i na kolejnici typu NP 4 a to cca 36% původní hodnoty. V úvodu uvedený předpoklad, že se ploché kolo vytvořené na jednom typu kolejnice se na druhém neprojeví, případně projeví méně, se tímto měřením nepotvrdil. Dílčí závěry z měření jiných odhlučňovacích opatření tento závěr rovněž podporují. Vytvoření dalšího detektoru plochých kol na úseku s kolejnicí typu NP 4 se proto momentálně jeví nepotřebným. Tento dílčí závěr je však třeba ještě potvrdit dalším měřením.

Vzhledem k vysokému poklesu hodnot zrychlení vertikálních vibrací na patě kolejnice při průjezdu referenčního vozu (cca 60 %) je třeba nastavit přísný systém detekce plochých kol a následného bezodkladného odeslání vozu na přebroušení. Ze záznamu detektoru plochých kol pořízeného v čase měření vyplývá fakt, že v současné době nastavená limitní hodnota na stupni 10 je s největší pravděpodobností příliš benevolentní. Po vyfiltrování záznamů obsahujících alespoň jednu hodnotu vyšší než 10 se nám vůz ev.č. 1132 v seznamu vůbec neobjevuje. A to i přesto, že hodnoty vertikálních vibrací při jeho průjezdu stouply na 2,7 násobek hodnot vozu referenčního na kolejnici typu S 49 a 2,8 násobek na typu NP 4!

Z těchto procentuálních poměrů vyplývá nutnost včasné a pravidelné údržby geometrie pojižděné plochy kol tramvajových vozů podpořené vhodně kalibrovaným detektorem plochých kol (vždy dle podmínek v místě umístění), zejména vezmeme-li v potaz výhodný poměr nákladů na detekci plochých kol a jejich broušení a nákladů na instalaci tlumících prvků. Včas přebroušené kolo se projeví útlumem vibrací v celé délce provozované tramvajové trati a to s finančními náklady mnohonásobně nižšími, než jsou náklady na plošnou instalaci stavebních prvků tlumících vibrace v koleji. Kolektiv autorů jednoznačně doporučuje instalaci detektoru plochých kol i do druhé vozovny DPO, a.s. Pro zjištění parametrů nejlépe vyhovujícího nastavení detektoru plochých kol je nutno doplnit stávající údaje a proto doporučujeme provést další měření.

LITERATURA

- [1] Hudeček, L., & Ožanová, E., & Kramný, J.: Enviromentální aspekt tramvajových tratí. *Nová železniční technika*. 2010, XXVI. Nr. 2, pp. 56-58. ISSN 1234-5678.

Oponentní posudek vypracoval:

Doc. Ing. Otto Plášek, Ph.D., Ústav železničních konstrukcí a staveb, Fakulta stavební, Vysoké učení technické v Brně.

Ing. Eva Panulinová, Ph.D., Katedra geotechniky a dopravného stavitel'stva, Fakulta stavebná, Technická univerzita v Košiciach.